# 컨테이너 보안장치 기술 동향

최수영* · 추영열**

## 1. 서 론

컨테이너는 무역거래에 중요한 역할을 하고 있으며, 세계에서 수송되고 있는 화물의 약 90%가 컨테이너에 의하여 수송되고 있다. 수출주도형 경제구조를 갖고 있는 우리나라의 경우 표 1과 같이 부산항이 세계5대 항만으로 연간 약 1300만 TEU(Twenty Feet Equivalent Unit)의 컨테이너를 처리하고 있다[1,2]. 2001년 9월 11일에 발생한 미국의 테러사건은 국제수송시스템이 매우 중요한 것이지만 극히 취약한 약점을 가지고 있음을 알게 해주었다. 즉, 화물내용의 불확실성, 컨테이너 화물적입후의 보관체제, 수송 중에서의 보안대책 등이 이러한 것들이다[3]. 또한 미국은 9.11 이후에 자국에 출입하는 화물 컨테이너에 RFID를 활용한 전자장치를 향후 수년 내에 실용화하는 계획을 세우고 2012년부터 미국으로 반입되는 모든 컨테이너 화물에 대해 운송 도중 컨테이너가 개폐되지 않았음을 확인할 수 있도록 미국 세관이 인정한 보안장치를 장착해야만 미국 내 반입을 허락하는 법률을 통과시켰다[4]. 2006년 9월 미국 SAFE Port Act가 발효 되었으며, 2007년 7월 컨테이너 안전협정(CSI : Container Security Initiative)이 발효 되었다.

이에 국내에서는 고객들의 요구사항이 기존 비용 절감 요구에서 안전 수송, 화물상태/ 위치추적, 신속한 통관 등과 같은 질적 서비스의 향상으로 변화함에 따라 컨테이너 보안 장치의 개발과 함께 시범서비스가 활발히 진행 중이다.화물 컨테이너의 안전하고 효율적인 운송 및 화물 정보의 안전한 전달을 지원하는 대표적인 보안장치로는 전자봉인(E-Seal : Electronic Seal)과 컨테이너 보안장치

표 1. 세계 10대 항만 컨테이너 처리실적

단위 : 만TEU

| 순위 | 2007년 | | 2008년 | |
|---|---|---|---|---|
| | 항만 | 처리실적 | 항만 | 처리실적 |
| 1 | 싱가포르 | 2,479(6.9) | 싱가포르 | 2,992(7.1) |
| 2 | 홍콩 | 2,354(4.9) | 홍콩 | 2,801(7.1) |
| 3 | 상하이 | 2,171(20.1) | 상하이 | 2,430(1.3) |
| 4 | 선전 | 1,847(14.0) | 선전 | 2,142(1.6) |
| 5 | 부산 | 1,204(1.6) | 부산 | 1,342(1.2) |
| 6 | 카오슝 | 977(3.2) | 카오슝 | 1,200(11.2) |
| 7 | 로테르탐 | 965(3.2) | 로테르탐 | 1,100(2.8) |
| 8 | 두바이 | 892(17.1) | 두바이 | 1,084(5.7) |
| 9 | 함부르크 | 886(9.5) | 함부르크 | 1,083(9.4) |
| 10 | L.A | 847(13.1) | L.A | 1,002(5.9) |

주 : ()은 전년대비 증가율
자료 : KMI 조사 자료

※ 교신저자(Corresponding Author) : 추영열, 주소 : 부산시 남구 용당동 535(608-711), 전화 : 051)629-1179, FAX : 051) 629-3753, E-mail : yychoo@tu.ac.kr
* 동명대학교 컴퓨터공학과 석사
(E-mail : aeugo@tu.ac.kr)
** 동명대학교 컴퓨터공학과 부교수

(CSD : Conveyance Security Device)가 있다. 현재 ISO 국제 표준화를 통해 논의된 전자봉인(eSeal)과 산업체 생산품인 컨테이너 보안장치(CSD)중 어느 기술이 실제 항만 물류에서 사용되게 될지는 미지수이다. 따라서 전자봉인과 컨테이너 보안장치의 기술적 특성을 살피는 것이 필요할 것이다.

본 논문은 2장에서 세계의 컨테이너 보안 관련 기구들과 역할을 살펴보고 3장에서 컨테이너 봉인 장치의 국제 표준화 움직임을 살펴본다. 4장에서는 대표적인 화물 컨테이너 보안장치인 E-Seal과 CSD의 기술적 특성을 살펴보며, 5장에서 국내에서 진행 중인 보안장치 개발 및 적용 사례를 살펴본 후 결론을 맺는다.

## 2. 컨테이너 보안 관련 기구들

최근에는 물류보안을 중심으로 물류정보산업이 크게 부각되고 있다. 특히 911 테러 이후 미국으로 들어오는 화물에 대한 안전성을 확보하려는 미국정부의 'Secure global logistics chain' 정책에 의해 물류정보의 필요성은 더욱 가속화되고 있다. 미국의 주용 공급 망 보안기구로는 C-TPAT(Customs-Trade Partnership Against Terrorism), SST (Smart and Secure Trade Lanes), CSI(Container Security Initiatives), OSC (Operation Safe Commerce), FAST(Free and Secure Trade), CSA(Container Security Administration), TSA (Transport Security Administration), TAPA (Technology Asset Protection Association), MTSA(Maritime Transportation Security Act of 2002 - USA), ACE(Automated Commercial Environment), AMS(Advance Manifest System / 24 hour rule), CSP(Custom Security Program - EU)가 있다. 아래의 표 2은 세계 항만보안정책의 구분

표 2. 세계 항만 보안정책(World Port Security Initiatives)

| 구분 | 제 목 | 내 용 |
|---|---|---|
| IMO | ISPS Code(International Ship and Port Facility Security Code) | · 세계세관기구(WCO) : 컨테이너의 국제간 이동 과정에서 발생하는 위험방지<br>· 국제노동기구(ILO) : 선원신분확인 제도 |
| USA | 24-Hour Rule | · 적화목록 제출 : 적화목록을 외국항에서 선적 24시간 전 제출 |
| | C-TPAT(Customs-Trade Partnership Anti-Terrorism) | · SCM상의 모든 관련자 Partnership 중용 : 정부, 민간기업, 세관, 수입업자, 운송인, 관세사, 보세창고, 제조회사...etc |
| | CSI(Container Security Initiative) | · 세관 직원의 파견 : 미국 세관직원을 미국으로의 수출물량이 많은 외국항으로 파견 |
| EU | AEO(Authorized Economic Operators) | · 무역 및 항만보안을 위한 공인기준 : 시행기업에게 수출통관의 간소화 혜택부여 |
| | CP(Compliance Program) | · C-TPAT, AEO에 부합하는 기업자율준수 프로그램 개발, 검토 및 운용 |
| Canada | PIP(Partner's in Protection) | · 미국의 C-TPAT와 유사함 |
| etc | WCO-CDM(World Customs Organization-Customs Data Model) | · 업무처리 절차의 표준화(Business Process Modeling) : 화물관련 정보의 국제적 표준화, 간소화 |
| | VACIS(Vehicle And Cargo Inspection System) | · 방사능 감지 장치(Radiation Detector)<br>· 방사선 촬영(Radiographic Imahing)<br>· OCR(Optical Character Recognition)<br>· RPM(Radiation Portal Monitor)<br>· RFID e-Seal & Smart Container |

과 내용을 요약한 것이다.

### 2.1 SST(Smart and Secure Trade Lanes)

SST는 워싱턴주 상원의원 패티 머레이(Patty Murray)에 의해 2002년 7월 워싱턴에 첫 적용되기 시작하여 뉴욕 뉴저지항에 확대된 것으로, RFID를 이용하여 미국 항만과 외국 항만 사이에 이동하는 컨테이너의 자동추적, 감지, 보안기술 등을 적요하는 것이다. 이 프로그램에는 세계 컨테이너 물류의 3분의 2를 담당하는 3대 터미널 운영 업체인 허치슨, PSA, P&O를 포함한 65개 파트너 및 20개 선적회사, 12개 솔루션 업체가 참여하고 있으며, 미국 컨테이너 거래의 85%가 이에 해당한다. 이 프로그램에서는 미국항 입출항 화물은 스마트 컨테이너(Smart Container)로 수송할 것을 명령하고 있으며, 그렇지 않을 경우 미 세관의 CSI(Container Security Initiative) 정책에 의거하여 미국 항만에 입국하지 못하는 불이익을 당하게 된다. 스마트 컨테이너는 컨테이너 안에 RFID태그를 부착하고, 미 세관당국의 정보접근이 가능하며, 운송도중 컨테이너가 개방되지 않았음을 확인해야 한다.

### 2.2 CSI(Container Security Initiative)

미 세관은 9.11 테러 이후 안보검색강화를 위하여 주요 교역대상국과 컨테이너보안협정(Container Security Initiative : CSI)을 체결, 대미 수출품에 대해 선적 전 보안검색을 실시하고 있다. 미 세관은 25개국 47개 항만에 세관요원을 파견하여 對미 고위험물품에 대해 사전보안검색을 실시하고 있으며, 우리나라는 2003.8.4부터 9명의 미 세관 요원이 부산항에 주재하며 활동 중이다. 국내 해운물류업계를 중심으로 CSI 보안검색 제도 도입에 따른 수출선적 지연, 검사비용 부담 등 문제점을 제기하며, 수출 전 보안검색을 받은 물품에 대해서는 미 현지 통관검색 환화를 요구하고 있다.

### 2.3 C-TPAT(Customs-Trade Partnership Against Terrorism)

미국의 중요한 제도로 2002년 4월부터 본격적으로 시작된 '반테러 세관-무역업자간 파트너쉽은 미국으로 화물을 수출하는 모든 제조업자, 화주, 선사 등이 자발적으로 미 관세청과 협정을 통하여 화물의 공급사슬 전반에 걸쳐 물류 보안성을 확보하도록 하는 것을 목표로 한다. C-TPAT 회원 자격을 신청하기 위해서는 미 관세청에서 설정한 최소한의 물류 보안 기준에 대한 평가와 승인을 받아야 하며, 회원 자격을 갖추게 되면 화물유통과정에서 안전한 공급 사슬을 보장받을 수 있고, 세관의 통관검사 감소로 고객 서비스를 향상시킬 수가 있다. 가입 회원에 대한 등급을 3단계로 구분하여 차별화된 혜택을 부여하고 있다.

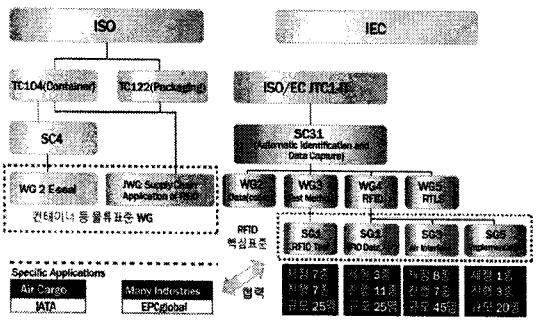
## 3. 화물 컨테이너 RFID 장치의 국제 표준화 움직임

ISO TC104 화물 컨테이너(Freight Container) 기술위원회는 화물 컨테이너의 외형적 규격, 용어의 정의, 컨테이너 분류, 봉인방법, 활용 절차 등에 관한 전반적인 표준화 업무를 담당하고 있으며, 현재 3개의 부위원회(Sub Committee : SC1, SC2, SC4)가 활동 중이다. 그 중 SC4 인식 및 통신(Identification and Communication) 부위원회는 화물 컨테이너를 자동적으로 인식하기 위한 통신 프로토콜과 데이터 구조, 코딩 방식 등의 표준화를 담당하고 있으며, 현재 3개의 작업그룹

(Working Group : WG1, WG2, WG3)이 활동하고 있다. 이러한 작업그룹 중 WG2컨테이너 및 컨테이너 관련 장비의 자동 인식(Automatic Equipment Identification) 작업그룹이 전자봉인의 표준화 업무를 담당하고 있다. 즉, 전기적인 특성을 지닌 RFID 장치를 사용하여 화물 컨테이너를 봉인하기 위한 노력의 일환으로 구성된 작업그룹이 ISO TC104 SC4 WG2이다. 이 작업그룹은 싱가포르에서 1999년 3월에 첫 미팅을 시작으로 본격적인 활동을 시작하였으며, 2007년 5월에 제21차 외의까지 진행된 WG2에서는 화물 컨테이너에 부착할 전기적인 장치로써 전자봉인(E-Seal, 문서번호 ISO 18185)에 대한 표준화를 마무리 지었다. 그리고 WG2의 표준화 영역은 아니지만, 전자봉인, 컨테이너 태그와 함께 화물 컨테이너에 부착될 RFID 장치 중 하나가 화물 정보를 담는 화물 태그이다. 이는 ISO TC122/TC104 JWG(Joint Working Group)에서 표준화를 담당하고 있으며, 문서번호는 ISO 17363이 할당되어 있다. 아래의 그림 1은 RFID 국제 표준화 조직도를 보여준다[5].

### 3.1 전자봉인 국제 표준화 동향

ISO 18185에서는 컨테이너 E-Seal에 대한 국제표준을 정의하며 표준화가 진행된 전자봉인은 5개의 파트로 구분되어 있다. 2007년 상반기에 최종 국제표준 초안(FDIS : Final Draft International Standard)에 대해 각 국가별로 전자투표가 실시되었고, 모든 파트가 찬성으로 마무리되어 최종적으로 국제표준(IS : International Standard)으로 발간되었다.




자료 : RFID 국제 및 국가 표준화 동향, RFID 저널, 2007

그림 1. RFID 국제 표준화 조직도

ISO 18185-1통신 프로토콜(Communication protocol) 표준은 통신 프로토콜에 관한 규격으로써, 전자봉인과 리더 사이의 명령 및 응답 패킷구조 및 각 필드의 기능과 포맷을 정의하고 있다[6].

ISO 18185-2 응용 요구사항(Application requirements) 표준은 전자봉인이 영구적인 식별자를 반드시 가지도록 정의하고 있으며, 건전지 상태, 잠금/열림 시간 통보가 포함되어야 함을 정의하고 있다[7].

ISO 18185-3 환경특성(Environment characteristics) 표준은 전자봉인 사용 환경에 관한 규격으로써, 온도, 충격, 진동, 습도, 기상조건, 바다의 안개, 모래와 먼지, 그리고 전자기적 환경에서 동작 가능해야 하는 범위를 정의하고 있다[8].

ISO 18185-4 데이터 보호(Data protection) 표준은 전자봉인 데이터 보호 기술을 목교로 했던 규격이었지만, 현재는 데이터 및 장치 인증이 필요하다는 선언적 표현만 기록되어 있을 뿐, 구체적인 데이터 보호에 대한 기술적 특성은 전혀 없는 상태에서 마무리 되었다[9].

ISO 18185-5 물리계층(Physical layer) 규격은 전자봉인과 리더 사이의 물리계층 특성에 관한 규격으로써, 최초에는 ISO/IEC 18000-7 규격을 준용하는 433 MHz 통신 방식만을 정의하였으나, 최종안에는 전자봉인이 433 MHz 통신과 2.4 GHz 통신을 동시에 지원해야 하며 또한 120 KHz 대역의 저주파 근거리 통신도 지원해야 하

는 멀티밴드 물리계층 규격이 필수 구현사항으로 정의되었다[10].

E-Seal의 국제표준인 ISO 18185는 여러 분야 및 항목에서 ISO의 다른 국제표준과 관련성을 가지고 있으며, 아래의 그림 2에서는 eSeal의 국제표준 구성을 보여주며, 표 3에서는 주요 관련 표준을 나타내었다[11].

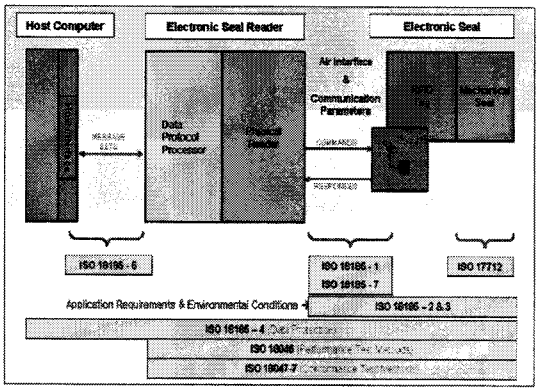
## 4. 전자봉인장치 와 컨테이너 보안장치

### 4.1 전자봉인장치

화물 컨테이너의 효율적인 운송과 비정상적인 개폐 감지를 지원하는 대표적인 RFID 보안장치로 언급되는 전자봉인은 국제표준의 위상을 지니고는 있지만 기능적인 측면에서 보면, 기존의 기계적 봉인장치에 단순히 원격에서 자동식별만을 지원하는 전기적 특징만 추가된 형태이다[12].

#### 4.1.1 전자봉인 기능적 특성

전자봉인은 멀티밴드 물리계층 규격을 지원해야 한다. 즉, 타입 A 물리계층은 433MHz 원거리 링크와 OOK(ON-OFF Keying) 근거리 링크로 구성되며, 타입 B 물리계층은 2.4GHz 원거리 링크와 FSK(Frequency Shift Keying) 근거리 링크로 구성된다. 아래의 표 4는 전자봉인의 기능적 특성을 요약한 것이다.




자료 : eSeal의 국제표준화 동향 및 국내현황(ETRI)

그림 2. E-Seal 국제 표준 구성

그림 3는 전자봉인 시스템을 구성하는 3가지 요소인 저주파 전송기, eSeal 태그, 리더 구성을 보이고 있다. 저주파 전송기(Low Frequency Transmitter)는 컨테이너의 위치 파악을 돕는 역할을 하며, 일반적으로 특정 위치에 고정되어있다. 저주파 전송기는 일정한 시간 동안 자신의 식별자(LF transmitter ID)를 브로드캐스팅 하므로 어떤 저주파 전송기의 영역 내에 들어온 전자봉인들은 모두 저주파 전송기의 식별자를 수신하게 된다. 이러한 저주파 전송기 식별자 수신은 저속의 근거리 통신으로 이루어진다. 그리고 전자봉인과 리더의 통신에 있어서는 원거리의 리더가 전자봉인을 깨우는 동작을 선행해야 하고, 그 이후에 명령을 보내고 이에 대한 응답을 수신한다. 대표적인 명령으로는 전자봉인 식별자(Seal ID)를 요청하는 'Collection' 명령이 있으며, 전자봉인에서는 'Collection' 명령을 수신하면 자신의 식별자를 응답한다. 또한 전자봉인은 저주파 전송기 식별자와 전자봉인 상태 정보를 리더에게 전달할 수도 있다. 따라서 리더는 저주파 전송기 식별자를 수신하여 컨테이너가 어느 저주파 전송기 근처에 있음을 파악할 수 있고, 컨테이너의 잠금 상태가 어떤 상태인지 확인할 수 있다. 아래의 그림 4는 전자봉인 시스템에서의 통신 단계를 보여주며, 각 단계의 행동은 표 5에 나타 내었다.

### 4.2 컨테이너 보안장치

전자봉인은 국제표준 논의를 통해 등장한 기술인 반면 컨테이너 보안장치는 국제표준화 작업 없이 미국의 GE사에서 독자적으로 개발한 RFID 장치이며, GE와 더불어 유럽의 지멘스, 한국의 삼

표 3. E-Seal 관련 국제표준

| 규 격 | 내 용 |
|---|---|
| ISO 646 | Information processing - ISO 7 bit coded character set for information interchange |
| ISO 668 | Series 1 freight containers - Classification, dimensions and ratings |
| ISO 830 | Freight container - Vocabulary |
| ISO 6346 | Freight container - Coding identification and marking |
| ISO/TC 14816 | Road transport and traffic telematics - Automatic vehicle and equipment identification - Numbering and data structure |
| ISO/IEC 19762-1 | Information Technology, Automatic Identification and Data Capture Techniques - Harmonized Vocabulary-Part1 : General Terms Relating to Automatic Identification and Data Capture(AIDC) |
| ISO/IEC 19762-2 | Information Technology, Automatic Identification and Data Capture Techniques - Harmonized Vocabulary-Part3 : Radio-Frequency Identification(RFID) |
| ISO/IEC 15963 | Automatic identification - Radio frequency identification for item management - Unique identification for RF tag |
| ISO 17712 | Freight container - Mechanical seals |
| ISO 8601 | Data elements and interchange formats - Information interchange - Representation of dates and times |
| ISO/TC 14816 | Road transport and traffic telematics - Automatic vehicle and equipment identification - Numbering and data structure |
| IBC60068-2-1 | Environmental testing - Part 2 : Tests. Tests A : Cold |
| IEC60068-2-2 | Environmental testing - Part 2 : Tests. Tests B : Dry heat |
| IEC60068-2-2 | Environmental testing - Part 2 : Tests. Test Ea and guidance : Shock |
| IEC60068-2-11 | Environmental testing - Part 2 : Tests. Test KA : Salt mist |
| IEC60068-2-18 | Environmental testing - Part 2 : Tests. Test R and guidance : Water equipment - type specimens |
| IEC60068-2-32 | Environmental testing - Part 2 : Tests. Test Ed : Free fall(Procedure 1) |
| IEC60068-2-68 | Environmental testing - Part 2 : Tests. Test Z/AD : Composite temperature/humidity cyclic test |
| IEC60068-2-68 | Environmental testing - Part 2 : Tests. Guidance to Tests A/AFc and Z/BFc : Combined temperature(cold and dry heat) and vibration(sinusoidal) tests |
| IEC60068-2-68 | Environmental testing - Part 2 : Tests. Test L : Dust and sand |
| MIL-STD-810F | Department of Defense test method standard for environmental engineering considerations and laboratory tests |
| ISO 9897 | Freight container - Container equipment data exchange |
| ISO 9735 | Electronic data interchange for administration, commerce and transport(EDIFACT) - Application level syntax reles |
| ISO/IEC 2382-26 | Information technology - Vocabulary - Part 26 : Open Systems interconnection |
| ISO/IEC 18000-7 | Information Technology, Automatic Identification and Data Capture Techniques - Radio Frequency Identification(RFID) for Item Management - Air Interface Part 7 : Parameters for an Active RFID Air Interface Communications at 433MHz |

표 4. 전자봉인(eSeal) 특성

| 구분 | 표준문서 | 특성 |
|---|---|---|
| 기계적 특성 | ISO 17712 | 금속 케이블 봉인장치, 재사용 불가 |
| 원거리 통신 특성 | 타입 A : ISO/IEC 18000-7<br>타입 B : ISO/IEC 24730-2 | 433MHz 능동형 RFID<br>2.4GHz 위치인식 서비스 |
| 근거리 통신 특성 | 타입 A : OOK 변조<br>타입 B : FSK 변조 | 123KHz~125KHz<br>116KHz~126KHz |
| 데이터 보호 | ISO 18185-4 | 기술규격 없이 요구사항만 정의됨 |

자료 : 화물컨테이너 보호를 위한 RFID 보안장치 기술 동향 (한국전자통신연구원)

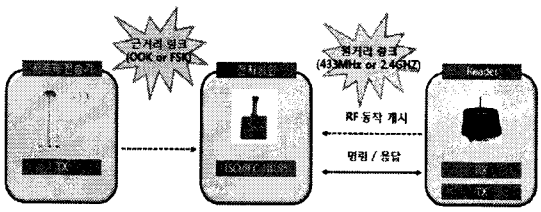



그림 3. 전자봉인 시스템 구성도

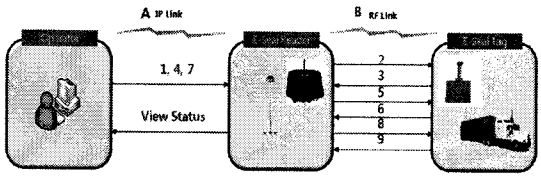



그림 4. 전자봉인 시스템의 통신단계

표 5. 통신 단계별 내용

| 순번 | 내용 | 순번 | 내용 |
|---|---|---|---|
| A | Operator는 eSeal Reader와 App 시작 | 5 | eSeal Reader는 Tag에 운송정보 발송 |
| B | eSeal Reader는 Tag와 커뮤니케이션 관계 성립 | 6 | Tag는 eSeal Reader에게 응답 |
| 1 | Operator는 Wake 요구 | 7 | Operator는 상태정보 요구 |
| 2 | eSeal Reader는 Tag에 Wake 요청 | 8 | eSeal Reader는 Tag에 상태정보 요청 |
| 3 | Tag는 eSeal Reader에게 Wake 응답 발송 | 9 | Tag는 Reader에 상태정보 발송 |
| 4 | Operator는 운송정보 입력 | | |

성물산, 일본의 미쓰비시 등의 산업체를 중심으로 상용화가 추진되고 있는 기술이다.

4.2.1 컨테이너 보안장치 기능적 특성

기능적인 측면에서 보면, 컨테이너 보안장치는 컨테이너 침입 여부를 확인하고 컨테이너 문의 개폐 상태 감지 및 컨테이너 이동상황에 대한 정보 제공이 가능하다. 그리고 컨테이너 보안장치는 장착 위치를 컨테이너 내부로 규정하고 있으며, 악조건 해상 환경에 대한 견고성을 보장한다. 컨테이너 보안장치의 주요 특성은 아래의 표 6와 같다[13].

현재까지 공개된 컨테이너 보안장치의 특징과 제원만을 놓고 보면, 컨테이너 보안장치는 기능적인 측면에서는 ISO 국제표준인 전자봉인의 기능

표 6. 컨테이너 보안장치의 특성

| 구 분 | 특 성 |
|---|---|
| 기계적 특성 | · 컨테이너 내부 장착<br>· 악조건 해상환경의 내성 및 견고성<br>· 재사용 가능<br>· 화물정보, 공급망 데이터 보유 |
| 통신 특성 | · 2.4GHz ISM 대역, ISO/IEC 18000-4<br>· 500개 이벤트 정보 저장 |
| 데이터 보호 | · AES-128 암호 지원<br>· Kerberos IETF RFC 1510 |

자료 : 화물컨테이너 보호를 위한 RFID 보안장치 기술 동향 (한국전자통신연구원)

을 모두 포함한다고 볼 수 있다. 통신 주파수 대역은 2.4GHz 대역으로서 전세계 모든 지역에서 별도의 허가없이 사용할 수 있도록 목표하고 있으며, 화물정보와 공급망 관리 정보 및 컨테이너 이동상황과 관련된 이벤트를 보유할 수 있다. 또한 보유하고 있는 데이터의 안전한 전달을 위하여 Kerberos 네트워크 인증 서비스와 AES-128 데이터 암호화 기법을 사용함으로써 한층 보안성을 강화시킨 장점이 있다. 아래의 그림 5는 CSD의 Data Encryption을 보여준다[14-16].

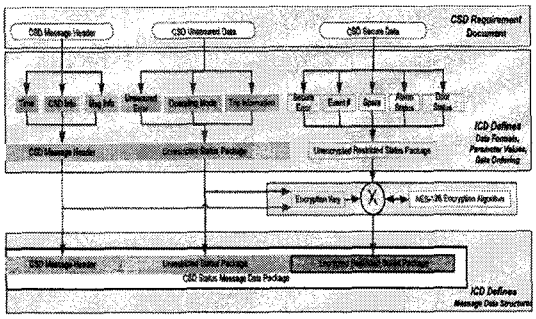


그림 5. Data Encryption

전자봉인과 또 다른 특징 중 하나는 장착위치가 컨테이너 내부라는 것이다. 전자봉인은 최종 목적지에서 봉인 케이블을 절단하고나 봉인장치 자체를 파손하므로 재사용이 불가능 하지만, 컨테이너 내부에 장착된 컨테이너 보안장치는 최종 목적지에서 컨테이너 개봉 후에도 데이터만 초기화 시킨 후 다시 사용할 수 있다. 아래의 표 7은 컨테이너 봉인장치들의 특징을 나태 내었으며, 표 8에서는 eSeal 과 CSD의 차이점을 요약하였다.

표 7. 컨테이너 봉인장치들의 특성

| 구 분 | Mechanical Seal | eSeal | ST-676 | CSD |
|---|---|---|---|---|
| 개폐여부 | × | ○ | ○ | ○ |
| 온도, 습도, 충격 감지 | × | × | ○ | △ (선택사항) |
| 사용자 편의성 | 낮음 | 낮음 | 보통 | 높음 |
| 재사용성 | 낮음 (1회) | 낮음 (1회) | 높음 (반영구적) | 높음 (반영구적) |
| 가격 | 3~20 달러 | 50 달러 | 2 달러 | 150 달러 |

표 8. 전자봉인과 컨테이너 보안장치의 특징

| 구 분 | 전자봉인 | 컨테이너 보안장치 |
|---|---|---|
| 사용 주파수 | 433MHz, 2.4GHz 멀티밴드 | 2.4GHz ISM 밴드 |
| 위치인식 기능 | 있음 | 없음 |
| 화물정보 저장 | 없음<br>(화물정보 저장을 위해서는 화물태그를 별도로 사용해야 함) | 있음 |
| 컨테이너 개폐확인 | 가능 | 가능 |
| 장착위치 | 컨테이너 외부 | 컨테이너 내부 |
| 데이터 보호기술 | 없음<br>(화물 태그도 데이터 보호기술 없음) | ddlTdma |
| 국제표준 여부 | ISO 18185에 해당됨 | 해당 국제 표준 없음 |
| 대표적 상용 업체 | 미국 SAVI | 미국 GE |
| 재사용 여부 | 재사용 불가 | 재사용 가능 |

자료 : 화물컨테이너 보호를 위한 RFID 보안장치 기술 동향 (한국전자통신연구원)

## 5. 국내 기술 개발 사례

컨테이너 보안과 관련하여 국내에서도 정부, 대학, 산업체가 협동하여 이에 대응 하는 연구들이 활발히 진행되고 있다.

### 5.1 컨테이너 화물 안전수송 기술개발 클러스터 사업단

동아대 ICC(Intelligent Container R&D Center)에서는 컨테이너 화물 수송의 전체 과정을 통합적으로 감시 및 제어하기 위하여 동명대, 부산대, 울산대 등 대학 연구기관과 H/W 업체, S/W 업체와 함께 CSD기능에 충격, 온도, 습도 등의 센서 값이 포함된 SafeSeal 태그와 리더를 개발하고 현재 2009년 6월 3단계 시범서비스를 마친 상태이다. ICC 사업단에선 개발된 내용은 CSD(Conveyance Secure Device) Reader 및 Tag가 개발되었고, 컨테이너 내부 상태 실시간 모니터링 시스템 과 내륙/해상 운송 중인 컨테이너 위치추적 시스템 및 서비스가 개발된 상태이다. 아래의 그림 6는 ICC 사업단의 기술 개발 시스템이다.

### 5.2 국토해양부 시범사업

국토해양부는 RFID 활용기술을 국내에 확산하기 위하여 총 12억원의 예산을 투입하여 RFID 기반 항만물류 효율화 사업을 추진하고 있다.

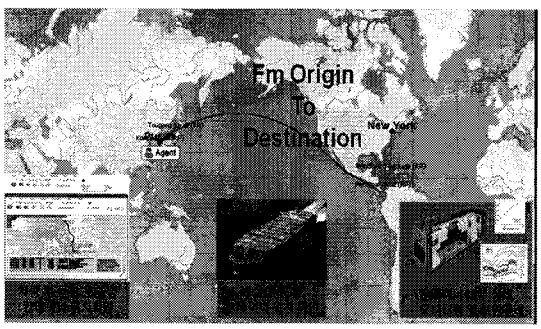



그림 6. ICC 사업단의 기술개발 시스템

이 시범사업은 컨테이너와 차량에 각각 능동형 수동형 RFID 태그를 부착한 뒤 이동경로를 추적하는 시스템 및 관련 서비스를 개발하는 것을 주요 내용으로 하고 있다. 즉, RFID 부착 공 컨테이너가 내륙컨테이너기지(ICD)에서 반출되면 차량에 정착된 태그와 연계돼 게이트 반·출입 등 위치추적을 자동화하는 것을 목표로 한다. 해수부는 2005년 8월에 2차 본 사업에 착수 하였으며, 향후 국가 물류종합서비스와 연계하는 방안을 검토 중이다. 또한 이 시범사업에서는 능동형 RFID 로 Savi사의 E-Seal이 채택하여 그 성능을 입증할 예정으로 있다.

## 6. 결 론

2009년 해양물류 전망대회의 자료에 따르면 우리나라의 2008년 부산항 컨테이너 처리실적만 1,342만 TEU(Twenty Feet Equivalent Unit)를 기록하고 있다(표 1 참조)[13,14]. 우리나라 수송량의 약 55%가 미국과의 교역 물량인데, 미국은 9.11 이후에 전자 봉인장치의 필수 부착 및 컨테이너 보안대책이 강화되었다. 따라서 정부, 대학, 산업체 공히 이에 대응하여 통일되고 일관된 기술개발과 준비가 필요하다. 현재 화물 컨테이너의 안전수송 및 화물 정보의 보안성 유지를 위하여 RFID 전자 장치와 서비스의 개발 노력이 진행 중이며, 시범서비스를 실시하고 있다. 본 논문에선 그 대표적인 장치로서 전자봉인(eSeal)과 컨테이너 보안장치(CSD)를 분석하였으며, 국내에서 진행 중인 전자봉인장치의 기술 개발 사례를 살펴보았다. 동북아 물류 허브를 지향하는 국내의 항만물류 산업에 있어 컨테이너 보안 기술은 반드시 확보해야 할 필수 요소기술로 표준화 추세에 대한

지속적인 기술 추적과 부가로 발생할 산업분야에서의 기술 선점을 위해 산학 공동연구가 앞으로도 심도 있게 추진되어야 할 것이다.

## 후 기

본 연구는 지식경제부 지방 혁신사업 지원으로 수행되었음.(B0009720)

## 참 고 문 헌

[1] 2009 해양물류 동향과 전망 : 국토해양부, 한국해양수산개발원 2009. 2.
[2] 최근 컨테이너 물동량 증가추세 둔화의 대내외적 변동 요인 분석 : 한국해양수산개발원 2006. 12.
[3] 미컨테이너보안대책(CSI)의 주요내용과 정책적 시사점 : Journal of Commodity Science & Technology, Vol.33(December. 2004)
[4] 한국경제 htt://www.hankyung.com/news/app/newsview.php?aid=2007082341891&intype=1
[5] 화물컨테이너 보호를 위한 RFID 보안장치 기술동향 (강유성/김호원/정교일, 한국전자통신연구원).
[6] ISO, ISO 18185-1 Freight containers - Electronic seals - Part 1 : Communication protocols. 2007.
[7] ISO, ISO 18185-2 Freight containers - Electronic seals - Part 2 : Application requirements. 2007.
[8] ISO, ISO 18185-3 Freight containers - Electronic seals - Part 3 : Environmental characteristics. 2007.
[9] ISO, ISO 18185-4 Freight containers - Electronic seals - Part 4 : Data protection. 2007.
[10] ISO, ISO 18185-5 Freight containers - Electronic seal - Part 5 : Physical layer. 2007.
[11] 수출입 물류의 RFID 기반 e-Seal 도입 현황 (2006. 9)
[12] RFID Journal, Savi Technology Announces IP Licensing for Cargo E-Seals, http://www.rfidjournal.com/article/articleview/3287/.
[13] GE Security CommerceGuard System, http://www.gesecurity.com/GESecurity/New/CommerceGuard/CG_CSD_specs.pdf.
[14] U.S. Department of Homeland Security Customs and Border Protection CONVEYANCE SECURITY DEVICE(CSD) REQUIREMENTS Version 1.2 December 10. 2007.
[15] U.S. Department of Homeland Security Customs and Border Protection CONVEYANCE SECURITY DEVICE(CSD), CSD READER-TO-DATA CONSOLIDATION POINT(DCP), INTERFACE CONTROL DOCUMENT(ICD) Version 1.0 December 10. 2007.
[16] U.S. Department of Homeland Security Customs and Border Protection CONVEYANCE SECURITY DEVICE(CSD), CSD-TO-CSD READER INTERFACE CONTROL DOCUMENT(ICD) Version 1.0 December 10. 2007.

최 수 영

• 2008년 2월 동명대학교 컴퓨터공학과 졸업(학사)
• 2008년 2월~현재 동명대학교 컴퓨터 공학과 석사과정
• 관심분야 : RFID System, Network System, 컴퓨터통신, 네트워크 보안.

추 영 열

- 1986년 2월 서울대학교 제어계측공학과졸업 (학사)
- 1988년 2월 서울대학교 제어계측공학과 졸업 (석사)
- 2002년 2월 포항공과대학교 컴퓨터공학과 졸업 (박사)
- 1988년 6월~1994년 6월 포항산업과학기술연구원 선임연구원
- 1994년 7월~2002년 8월 포스코 기술연구소 책임연구원
- 2002년 9월~현재 동명대학교 컴퓨터공학과 부교수. 컴퓨터공학과장
- 2005년 1월~7월 독일 Fraunhofer IESE Visiting Scientist
- 2006년 11월~현재 유비쿼터스 항만 ITRC 센터장
- 관심분야 : USN, Ambient Intelligence, 컴퓨터통신, 공장자동화, 네트워크 보안.